

PARTIAL TRANSLATION OF JP 10 (1998)-228543 A

Publication Date: August 25, 1998

Title of the Invention: PATTERN COLLATING DEVICE

Patent Application Number: 9-79170

Filing Date: March 14, 1997

Inventors: Masayoshi Soma et al.

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.

(Page 9, left column, line 24 – right column, line 24)

[0037] Hereinafter, the operation of the pattern collating device of the present invention will be described. First, a sample collection of patterns with no noise component added thereto is input through the sample pattern input means 101 and stored in the storage means 103. Furthermore, a sample collection of patterns with a noise component added thereto is input through the sample pattern input means 102 and stored in the storage means 104. For example, in the case of collating pictures, a plurality of pictures, which are captured by a camera and digitized, having m pixels in the vertical direction and n pixels in the horizontal direction are input through the sample pattern input means 101 as $m \times n$ dimensional vectors. The $m \times n$ dimensions are, for example, 100,000 dimensions. Furthermore, a plurality of pictures, which are read through a scanner and digitized, having m pixels in the vertical direction and n pixels in the horizontal direction are input as $m \times n$ dimensional vectors through the sample pattern input means 102. Next, the differential pattern generating means 105 extracts respective one corresponding pattern from the sample collections of patterns stored in the storage means 103 and 104, and calculates and outputs a differential pattern therebetween. At this time, by generating a differential pattern that represents a noise component as exactly as possible, collating precision can be further enhanced. For example, in the case of collating pictures, if a picture input through a camera and a picture read through a scanner, on both of which the identical person appears, are obtained from the storage means 103 and 104, and the difference therebetween is calculated, whereby the precision of information of a noise component contained

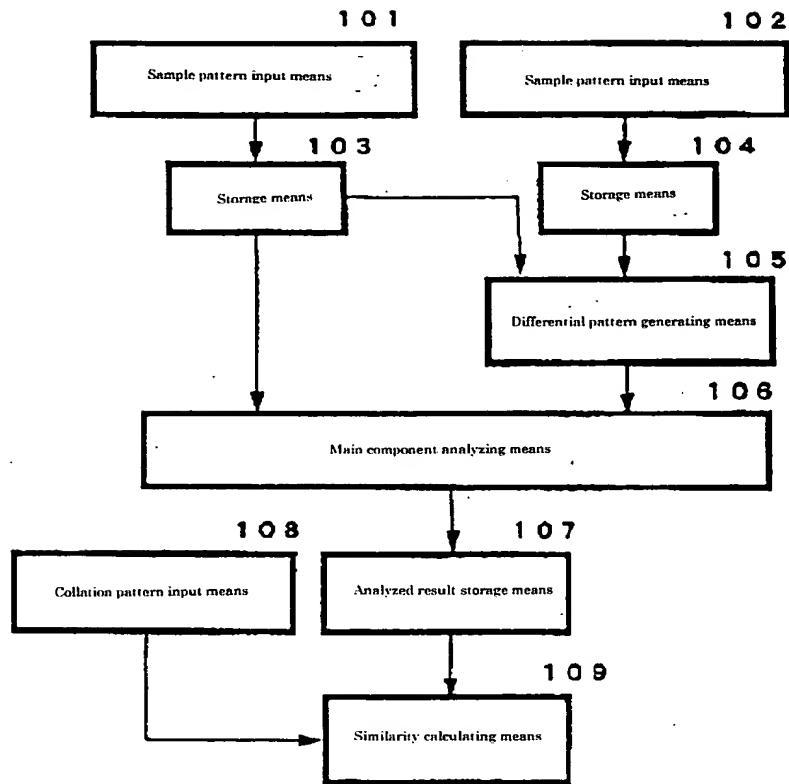
in the differential pattern is enhanced, and collating precision can be further enhanced. Next, the main component analyzing means 106 conducts main component analysis with respect to a pattern collection obtained by combining the sample collection of patterns stored in the storage means 103 and the collection of differential patterns generated by the differential pattern generating means 105, and outputs a value reflecting a main component and a variance of a main component direction. Furthermore, the analyzed result storage means 107 stores the results output from the main component analyzing means 106. The processing up to here is conducted for generating data required for calculating a similarity, followed by collating, and needs to be conducted prior to actual pattern collating. The actual pattern collating is conducted by the collation pattern input means 108 and the similarity calculating means 109 based on the data stored in the analyzed result storage means 107 as follows. First, the collation pattern input means 108 allows two collation patterns to be input. For example, in the case of the above-mentioned picture collating, the collation pattern input means 108 is composed of a camera picture input part for inputting a camera picture and a picture input part for inputting a picture through a scanner. The similarity calculating means 109 refers to the data stored in the analyzed result storage means 107, and based on the results thereof, calculating the similarity of the patterns input through the collation pattern input means by weighing with a main component direction of a pattern. The output similarity is evaluated using, for example, a predetermined threshold value, and it is determined whether or not two patterns are the same. Furthermore, in the case where it is desired to find a pattern that is most matched with one of input patterns from a plurality of patterns stored in the database, the similarity is calculated by the similarity calculating means 109, and the most similar pattern should be found.

(Page 10, right column, lines 5 – 23)

[0044] The actual pattern collating is conducted by the collation pattern input means 108 and the similarity calculating means 109 based on the data stored in the analyzed result storage means 107 as follows. First, the collation pattern input means 108 allows two collation patterns to be input. For example, in the case of

the above-mentioned picture collating, the collation pattern input means 108 is composed of a camera picture input part for inputting a camera picture and a picture input part for inputting a picture through a scanner, a camera, or the like. Next, the similarity calculating means 109 refers to the data stored in the analyzed result storage means 107, and based on the results thereof, the similarity of the patterns input through the collation pattern input means is calculated by weighting with a component in a main component direction of a pattern. The output similarity is evaluated by using, for example, a predetermined threshold value, and it is determined whether or not two patterns are the same. Furthermore, in the case where it is desired to find a pattern that is most matched with one of the input patterns from a plurality of patterns stored in the database, the similarity is calculated by the similarity calculating means 109, and the most similar pattern should be found.

Fig. 1





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10228543 A**(43) Date of publication of application: **25 . 08 . 98**

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(21) Application number: **09079170**(22) Date of filing: **14 . 03 . 97**(30) Priority: **11 . 12 . 96 JP 08346457**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **SOMA MASAYOSHI
NAGAO KENJI**(54) **PATTERN COLLATING DEVICE**

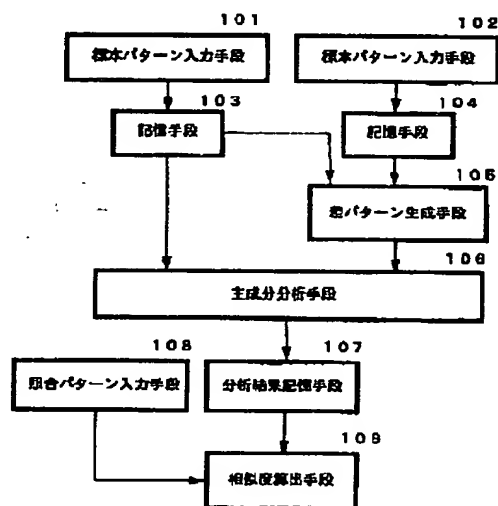
noise component.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable robust collation even when an extremely large noise component is applied to one of patterns to be collated by performing collation while considering the influence of noise component.

SOLUTION: A main component analyzing means 106 performs main component analysis to the set of patterns joining the sample set of patterns stored in a storage means 103 and the set of differential patterns generated by a differential pattern generating means 105 and outputs a value reflected with the main component and the variance of main component direction. Besides, an analyzed result storage means 107 stores the result outputted from the main component analyzing means 106. First of all, a collation pattern input means 108 inputs two patterns to be collated. Next, a similarity calculating means 109 refers to data stored in the analyzed result storage means 107 and calculates the similarity of pattern inputted from the collation pattern input means 108 by weighting it to the component of main component direction based on the result. Therefore, collation is enabled while considering the



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-228543

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51) IntCl⁵

G 0 6 T 7/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62

15/70

4 6 5 K

4 6 0 A

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平9-79170

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月14日

(31) 優先権主張番号 特願平8-346457

(32) 優先日 平8(1996)12月11日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 相馬 正宜

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 長尾 健司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

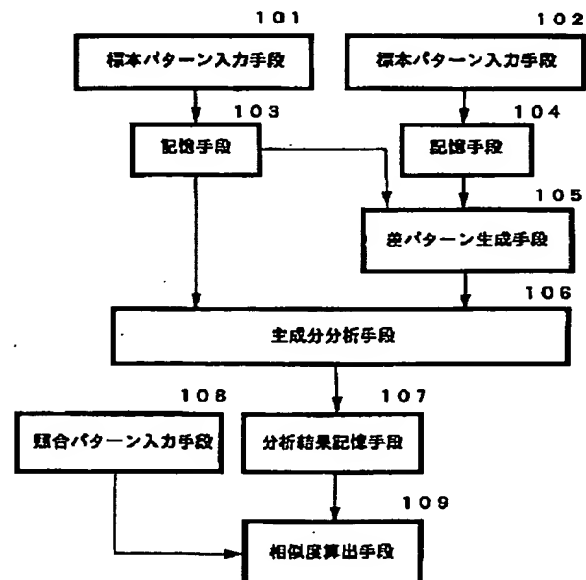
(74) 代理人 弁理士 役 昌明 (外3名)

(54) 【発明の名称】 パターン照合装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 照合するパターンの片方に大きな雑音成分があってもロバストな照合ができるパターン照合装置の実現。

【解決手段】 雑音成分がないパターン用の標本パターン入力手段101と、雑音成分があるパターン用の標本パターン入力手段102と、入力パターンの標本集合用の記憶手段103、104と、記憶標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算する差パターン生成手段105と、雑音成分のないパターンの標本集合と差のパターンの集合との和集合に対して主成分と主成分方向の分散を表す値を出力する主成分分析手段106と、分析結果記憶手段107と、照合する2つのパターン用の照合パターン入力手段108と、分析結果記憶手段107のデータで、照合パターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けする相似度算出手段109を備え、照合するパターンの片方に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 標本パターンの主成分分析による固有ベクトルと固有値に基づいて照合パターンの相似度を算出してパターン照合をすることにより、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置において、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第1の標本パターン入力手段と、雑音成分が加わっているパターンの標本集合を入力するための第2の標本パターン入力手段と、前記第1の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を記憶する第1の記憶手段と、前記第2の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を記憶する第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算する動作を繰り返してすべての標本集合から差パターンを生成する差パターン生成手段と、前記第1の記憶手段に格納されているパターンの標本集合と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とをあわせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段とを備えることを特徴とするパターン照合装置。

【請求項2】 標本パターンの主成分分析による固有ベクトルと固有値に基づいて照合パターンの相似度を算出してパターン照合をすることにより、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置において、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第1の標本パターン入力手段と、雑音成分が加わっているパターンの標本集合を入力するための第2の標本パターン入力手段と、前記第1の標本パターン*

$$mah(x, y) = \sqrt{\sum_{j=1}^M \frac{((x - \bar{v}, e_j) - (y - \bar{v}, e_j))^2}{\lambda_j}}$$

(ただし、(,)は内積、Mは使用する主成分の個数を表す)

によって相似度を算出することを特徴とする請求項1記載のパターン照合装置。

【請求項4】 前記主成分分析手段から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$)を受け取り、その値に予め入力された値 σ を加算することにより補正固有値 $\lambda_i + \sigma$ ($1 \leq i \leq M$)を出力する固定補正固有値生成手段をさらに設け、前記

2

*入力手段によって入力されたパターンの標本集合を記憶する第1の記憶手段と、前記第2の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を記憶する第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算する動作を繰り返してすべての標本集合から差パターンを生成する差パターン生成手段と、前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合に対して零ベクトルを平均ベクトルとして主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段とを備えることを特徴とするパターン照合装置。

【請求項3】 前記第1の記憶手段に記憶されているパターンを V_i ($1 \leq i \leq N$ 、Nは標本数)、前記第2の記憶手段に記憶されているパターンを U_i ($1 \leq i \leq N$)とすると、前記差パターン生成手段が差のパターン D_i を次式1

【数1】

$$D_i = V_i - U_i \quad (1 \leq i \leq N)$$

によって生成し、前記主成分分析手段が次式2

【数2】

$$\sum_{i=1}^N (V_i - \bar{V})(V_i - \bar{V})^T + \sum_{i=1}^N D_i D_i^T \quad (T:転置, \bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^N V_i}{N})$$

によって定まる共分散行列の固有値問題を解いて得られる固有ベクトル e_i ($1 \leq i \leq M$)と固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$)を主成分分析の結果として出力し、前記照合パターン入力手段により獲得された照合パターン x 、 y に対して、前記相似度算出手段が次式3

【数3】

$$mah(x, y) = \sqrt{\sum_{j=1}^M \frac{((x - \bar{v}, e_j) - (y - \bar{v}, e_j))^2}{\lambda_j}}$$

(ただし、(,)は内積、Mは使用する主成分の個数を表す)

分析結果記憶手段が前記主成分分析手段から出力された固有ベクトル e_i と前記固定補正固有値生成手段から出力された補正固有値 $\lambda_i + \sigma$ の組 $\{(e_i, \lambda_i + \sigma) \mid 1 \leq i \leq M\}$ を記憶し、前記相似度算出手段が前記照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相似度を分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照し

て次式 4

* * 【数 4】

$$mah2(x, y) = \sqrt{\left(\sum_{j=1}^M \frac{((x - \bar{v}, e_j) - (y - \bar{v}, e_j))^2}{\lambda_j + \sigma} \right)}$$

(ただし、(.) は内積、M は使用する主成分の個数を表す)

によって算出することを特徴とする請求項 2 記載のパターン照合装置。 ※ $1 \leq i \leq M$ を受け取り補正項 τ を次式 5

【数 5】

【請求項 5】 前記主成分分析手段から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq 10$)

$$\tau = \frac{\sum_{j=1}^M \lambda_j ((1 - \mu_j) / \mu_j)}{M}$$

$$\mu_j = ((B - A)(j - 1)) / (M - 1) + A \quad (1 \leq j \leq M)$$

(ただし、A, B は予め装置に定められた定数で $A < B$ を満たす)

によって決定し補正固有値 $\lambda_i + \tau$ を出力する補正固有値生成手段をさらに設け、前記分析結果記憶手段が前記主成分分析手段から出力された固有ベクトル e_i と前記補正固有値生成手段から出力された補正固有値 $\lambda_i + \tau$ の組 $((e_i, \lambda_i + \tau) \mid 1 \leq i \leq M)$ を記憶し、前

★ 記相類似度算出手段が前記照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相類似度を分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照して次式 6

20 【数 6】

$$mah3(x, y) = \sqrt{\sum_{j=1}^M \frac{((x - \bar{v}, e_j) - (y - \bar{v}, e_j))^2}{\lambda_j + \tau}}$$

(ただし、(.) は内積、M は使用する主成分の個数を表す)

によって算出することを特徴とする請求項 3 記載のパターン照合装置。

【請求項 6】 相類似度算出手段が照合ベクトル x 、 y の相類似度を次式 7

【数 7】

$$mahcor(x, y) = \frac{\sum_{j=1}^M (x - \bar{v}, e_j) (y - \bar{v}, e_j) / \lambda_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^M (x - \bar{v}, e_j)^2 / \lambda_j} \sqrt{\sum_{j=1}^M (y - \bar{v}, e_j)^2 / \lambda_j}}$$

☆ によって算出することを特徴とする請求項 3 に記載のパターン照合装置。

【請求項 7】 相類似度算出手段が照合ベクトル x 、 y の相類似度を次式 8

【数 8】

$$mahcor2(x, y) = \frac{\sum_{j=1}^M (x - \bar{v}, e_j) (y - \bar{v}, e_j) / (\lambda_j + \sigma)}{\sqrt{\sum_{j=1}^M (x - \bar{v}, e_j)^2 / (\lambda_j + \sigma)} \sqrt{\sum_{j=1}^M (y - \bar{v}, e_j)^2 / (\lambda_j + \sigma)}}$$

によって算出することを特徴とする請求項 4 記載のパターン照合装置。

【請求項 8】 相類似度算出手段が照合ベクトル x 、 y の

相類似度を次式 9

【数 9】

$$mahcor2(x, y) = \frac{\sum_{j=1}^M (x - \bar{v}, e_j) (y - \bar{v}, e_j) / (\lambda_j + \tau)}{\sqrt{\sum_{j=1}^M (x - \bar{v}, e_j)^2 / (\lambda_j + \tau)} \sqrt{\sum_{j=1}^M (y - \bar{v}, e_j)^2 / (\lambda_j + \tau)}}$$

によって算出することを特徴とする請求項5記載のパター
ン照合装置。

* 【請求項9】 前記主成分分析手段の代わりに、次式10

* 【数10】

$$\sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})(v_i - \bar{v})^T + \sum_{i=1}^N v_i v_i^T \quad (T: \text{転置}, \bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i, v_i \text{ は予め定められた実数値})$$

を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する適応型主成分分析手段を設けたことを特徴とする請求項1記載のパターン照合装置。

【請求項10】 雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第3の標本パターン入力手段と、前記第3の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を格納する第3の記憶手段をさらに設け、前記主成分分析手段が前記第3の記憶手段に格納されているパターンの標本集合と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とを合わせたパターンの集合に対して主成分分析を行なうことを特徴とする請求項1記載のパターン照合装置。

【請求項11】 標本パターンの主成分分析による固有ベクトルと固有値に基づいて照合パターンの相似度を算出してパターン照合をすることにより、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置において、雑音成分が加わっていないパターンの分布の情報として基底軸 u_i と基底軸方向の分散値 v_i の組 (u_i, v_i) ($1 \leq i \leq L$) を入力する標準分布情報入力手段と、雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 v_i' の組 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$) を入力する雑音分布情報入力手段と、前記標準分布情報入力

※手段と前記雑音分布情報入力手段から分布情報を獲得し、次式11

【数11】

$$\sum_{i=1}^L v_i^2 u_i u_i^T + \sum_{i=1}^{L'} v_i'^2 u_i' u_i'^T \quad (\text{ただし } T: \text{転置})$$

を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段を備えることを特徴とするパターン照合装置。

【請求項12】 前記標準分布情報入力手段の代わりに、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段を設け、前記主成分分析手段が前記標本パターン入力手段と前記雑音分布情報入力手段から標本パターン V_i ($1 \leq i \leq N$) と雑音分布の情報 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$) をそれぞれ受け取り、次式12

【数12】

$$\sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})(v_i - \bar{v})^T + \sum_{i=1}^{L'} v_i'^2 u_i' u_i'^T \quad (\text{ただし } T: \text{転置}, \bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i)$$

を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力することを特徴とする請求項11記載のパターン照合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置に関し、特に、非常に大きな雑音成分が存在する写真画像と、写真の所持者の顔画像をカメラから入力して照合し、所持者の同定を行なうために、雑音成分のない標本集合と、

40 雑音成分のある標本と雑音成分のない標本の差の集合との和集合を主成分分析して、あるいは、雑音成分のある標本と雑音成分のない標本の差の集合を主成分分析して、固有値と固有ベクトルの空間を求め、その空間で相似度を算出して正確な照合をするパターン照合装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 パターンの照合の方法としては、主成分分析に基づく方法が有名である。すなわち、まず主成分分析によって、標本集合の主成分方向を表すベクトルを獲得し、それらのうちで固有値の大きいものからM個を

7

パターンを表現する空間の基底軸 e_i ($1 \leq i \leq M$) として選ぶ。そして、そのように構成された空間の上にパターンを射影した後、算出されたパターン相互の距離をパターン間の相似度とみなして、照合が実現される。例えば、射影後の距離としてユークリッド距離を使う場合、パターン x とパターン y の相似度は次式13

【数13】

$$\text{dist}(x, y) = \sqrt{\sum_{j=1}^M ((x - \bar{x}, e_j) - (y - \bar{y}, e_j))^2}$$

(ただし、 (\cdot) は内積、 M は使用する主成分の個数を表す)

$$\Psi \text{diag} \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{\lambda_M}} \right) \Phi^T$$

(ただし、 Φ は e_j ($1 \leq j \leq M$) を列ベクトルとする行列、 $\text{diag}()$ は引数を対角成分に持つ対角行列を表す)

の変換を照合パターンに施した後に、それらの間の距離をユークリッド距離で測ることは同じである。

【0003】また、真鍋、佐藤、井口の「改良型マハラノビス距離を用いた高精度な手書き文字認識（電子情報通信学会論文誌 Vol. J79-D2 No.1）」によると、maharanobis距離の算出に使用する固有値にバイアスをかけて得られる、改良型maharanobis距離を使用すると、照合精度がさらに向上することが報告されている。改良型maharanobis距離を使用する場合の相似度は数式4によって算出される。

【0004】このような標本集合の単純な主成分分析に基づいて、顔の識別を行なった特許としては、“Face Recognition System”(米国特許第5,164,992号)がある。

【0005】この米国特許では、図10に示す構成要素によって、パターン識別のための相似度を算出している。901は標本画像入力部、902は主成分分析(KL展開)実行部、903は照合画像を入力する照合画像入力部、904は、照合画像入力部903によって入力された2つの照合画像の間の相似度を算出する、相似度算出部である。標本画像入力部901は、顔画像を各画素毎の濃淡値の集まり($m \times n$ 次元特徴ベクトル(但し、 m は画像の縦方向の画素数、 n は画像の横方向の画素数))として獲得し、顔画像の標本として、主成分分析実行部902に渡す。主成分分析実行部902は、標本画像入力部901から渡された N 枚の顔画像から、主成分分析により正規直交基底を算出し、そのうち固有値の大きい順に M ($\leq m \times n$, N)個の基底軸を生成する。相似度算出部904は、主成分分析実行部902から渡された基底軸 e_i ($1 \leq i \leq M$) によって張られる空間に、照合画像入力部903から入力される2つの照合画像をそれぞれ直交射影した後、その間の距離を算出し、入力された照合画像の間の相似度として出力する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従

8

*によって算出される。また、射影後の距離として、主成分方向の分散の情報を取り入れたmaharanobis距離を使うと、さらに照合精度が向上するという報告が、Nicholas Costen, Ian Craw, 赤松茂の「個人識別のための顔画像パターン表現法の分析（信学技報HIP95-32(1996-01)）」でされている。maharanobis距離を使用する場合の相似度は数式3によって算出される。なお、maharanobis距離で照合パターン間の距離を測ることと、標本集合を白色化、すなわち分散を正規化する次式14

10 【数14】

*

来の構成では、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合の照合のロバスト性には問題がある。なぜなら、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合には、雑音成分の影響を排除しながら照合を行なわなければ、照合のロバスト性は保証されないが、前記従来の構成では、雑音成分を標本集合から取り出して統計的に解析することは不可能であり、雑音成分の影響を考慮した照合は行なえないからである。したがって、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合、前記従来の構成ではロバストな照合を行なうことはできない。

【0007】本発明は、前記従来の課題を解決するもので、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合の照合をロバストに行なうことを可能にするパターン照合装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明のパターン照合装置は第1に、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合と、雑音成分が加わっているパターンの標本集合から、対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出し、それらのパターンの差を算出するという動作を繰り返す、差パターン生成手段と、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合と、前記差パターン生成手段によって生成される差パターンの集合とを合わせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、入力された2つのパターン間の相似度を、主成分分析の結果を用いて求める相似度算出手段を設けたものである。

【0009】これにより、雑音成分の影響を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でも、ロバストな照合が可能になるという効果を奏するものである。

【0010】以下、本発明によって雑音成分の影響を考

慮した照合が可能になる理由について述べる。また以下では、前記第1の標本パターン入力手段から入力される雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を基準標本集合、前記差パターン生成手段によって生成される差パターンの集合の集合を差標本集合、基準標本集合と差標本集合との和集合を統合標本集合と呼ぶことにする。本発明では、統合標本集合の主成分分析の結果を用いて得られるmaharanobis距離によって照合を行なっている。これは、すでに述べたように、標本集合を白色化する線形変換を照合パターンに施した後に、ユークリッド距離によって照合パターン間の距離を測ることと同じである。以下、標準標本集合、差標本集合、統合標本集合を白色化することの意味について順に述べる。

【0011】まず、標準標本集合について述べる。標準標本集合を白色化することにより、分散は1に正規化されるので、分散の大きい基底軸方向の標本ベクトルの変化を小さく、分散の小さい基底軸方向の標本ベクトルの変化を大きくすることができる。一般的に、分散の大きい基底軸の信頼性は薄いことが知られており、分散の大きい基底軸方向の変化を小さくすることにより、照合の信頼性が高くなる。特に、極端に分散が大きい基底軸は、標本の統計的な特性を正しく反映したものとは考えられないので、分散を正規化することにより、極端に分散が大きい基底軸の悪影響を除くことができる。また、分散の小さい基底軸方向の変化を大きくすることにより、そのままユークリッド距離で測ったのでは見分けにくいパターン同士の区別が、より明確につくようになる。

【0012】次に、差標本集合について述べる。差標本集合は、写真撮影の際の照明の違いなどによる雑音成分の特徴を表していると考えられる。差標本集合を白色化することにより、雑音成分の大きい基底軸方向の変化を小さくすることが可能になり、照合時の雑音の影響が小さくなる。

【0013】最後に、統合標本集合について述べる。統合標本集合は標準標本集合と差標本集合の和集合なので、統合標本集合を白色化することによって、標準標本集合と差標本集合を、それぞれ白色化した場合とほぼ同等の効果を同時に得ることができる。特に、統合標本集合に含まれるパターンが互いに線形独立である場合には、統合標本集合を白色化することにより、標準標本集合と差標本集合はそれぞれ白色化されることがわかっている。

【0014】以上の考察により、統合標本集合のmaharanobis距離を用いて照合を行なうことにより、雑音成分の影響を考慮した照合を行なうことが可能になることがわかる。

【0015】また、maharanobis距離の代わりに改良型maharanobis距離を用いることにより、さらに照合精度が向上する。

【0016】また、本発明のパターン照合装置は第2に、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合と、雑音成分が加わっているパターンの標本集合から、対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出し、それらのパターンの差を算出するという動作を繰り返す、差パターン生成手段と、前記差パターン生成手段によって生成される差パターンの集合に対して主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、入力された2つのパターン間の相似度を、主成分分析の結果を用いて求める相似度算出手段を設けたものである。

【0017】これにより、雑音成分の影響を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でも、ロバストな照合が可能になるという効果を奏するものである。

【0018】また、本発明のパターン照合装置は第3に、主成分分析手段から渡される固有値 λ_i に対して、補正項 τ を数式5によって決定し、補正固有値 $\lambda_i + \tau$ を出力する補正固有値生成手段を設けたものである。前記の数式5は、軸の番号に対して線形に値が減少する μ_i ($1 \leq i \leq M$) と次式15

【数15】

$$\frac{\lambda_i}{\lambda_i + \sigma_i}$$

で定まる値が一致するように、バイアス σ_i ($1 \leq i \leq M$) を求めた後、それらの平均値を求めたものである。したがって、補正固有値 $\lambda_i + \tau$ を使って得られた改良型maharanobis距離は、各軸の照合に与える影響をほぼ線形に減少させる効果を持っている。特に、顔画像を標本集合にする場合、 i を変化させたときの固有値 λ_i の値の変化の度合いが非常に大きくなることが知られており、maharanobis距離を使う場合、分散の小さい軸の照合に与える影響が必要以上に大きくなってしまう。前記補正固有値生成手段により適切なバイアスをかけることによって、分散の小さい軸の影響をうまく調整することが可能になる。

【0019】また、第4に、数式10を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する適応型主成分分析手段を設けたものである。対象とする画像によって、照合時に雑音成分をどの程度考慮すべきかは異なるので、これにより、数式10の s と t の値を適当に設定すれば、最適な照合を可能にすることができる。

【0020】また、第5に、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第3の標本パターン入力手段と、前記第3の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を格納する第3の記憶手段を設けたものである。これにより、顔の特徴の差異を表す標準標本集合を、雑音成分を表す差標本集合とま

11

ったく独立に構成でき、より高精度な照合を実現することが可能になる。

【0021】また、第6に、雑音成分が加わっていないパターンの分布の情報として、基底軸 u_i と基底軸方向の分散値 ν_i の組 (u_i, ν_i) ($1 \leq i \leq L$) を入力する標準分布情報入力手段と、雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 ν_i' の組 (u_i', ν_i') ($1 \leq i \leq L'$) を入力する雑音分布情報入力手段と、標準分布情報入力手段と雑音分布情報入力手段から分布情報を獲得し、数式11を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段を設けたものである。これにより、雑音成分の影響を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能になるという効果を奏するものである。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載された発明は、標準パターンの主成分分析による固有ベクトルと固有値に基づいて照合パターンの相似度を算出してパターン照合をすることにより、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置において、雑音成分が加わっていないパターンの標準集合を入力するための第1の標準パターン入力手段と、雑音成分が加わっているパターンの標準集合を入力するための第2の標準パターン入力手段と、前記第1の標準パターン入力手段によって入力されたパターンの標準集合を記憶する第1の記憶手段と、前記第2の標準パターン入力手段によって入力されたパターンの標準集合を記憶する第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標準集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算する動作を繰り返してすべての標準集合から差パターンを生成する差パターン生成手段と、前記第1の記憶手段に格納されているパターンの標準集合と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とをあわせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段とを備えるものであり、雑音成分の影響を考慮した照合が可能になるので、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でも、ロバストな照合が可能になるという作用を有するものである。

【0023】本発明の請求項2に記載された発明は、標

12

本パターンの主成分分析による固有ベクトルと固有値に基づいて照合パターンの相似度を算出してパターン照合をすることにより、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置において、雑音成分が加わっていないパターンの標準集合を入力するための第1の標準パターン入力手段と、雑音成分が加わっているパターンの標準集合を入力するための第2の標準パターン入力手段と、前記第1の標準パターン入力手段によって入力されたパターンの標準集合を記憶する第1の記憶手段と、前記第2の標準パターン入力手段によって入力されたパターンの標準集合を記憶する第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標準集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算する動作を繰り返してすべての標準集合から差パターンを生成する差パターン生成手段と、前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合に対して零ベクトルを平均ベクトルとして主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段とを備えるものであり、パターンの特徴を反映した雑音成分を利用した照合が可能になるので、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でも、差のパターンのみに基づくロバストな照合が可能になるという作用を有するものである。

【0024】本発明の請求項3に記載された発明は、前記第1の記憶手段に記憶されているパターンを V_i ($1 \leq i \leq N$)、前記第2の記憶手段に記憶されているパターンを U_i ($1 \leq i \leq N$) とするとき、前記差パターン生成手段が差のパターン D_i を式1によって生成し、前記主成分分析手段が式2によって定まる共分散行列の固有値問題を解いて得られる固有ベクトル e_i ($1 \leq i \leq M$) と固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を主成分分析の結果として出力し、前記照合パターン入力手段により獲得された照合パターン x 、 y に対して、前記相似度算出手段が式3によって相似度を算出するものであり、maharanobis距離を用いて照合を行なうことにより、雑音成分の影響を考慮した照合を行なうことが可能になるという作用を有するものである。

【0025】本発明の請求項4に記載された発明は、前記主成分分析手段から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を受け取り、その値に予め入力された値 σ を加算することにより補正固有値 $\lambda_i + \sigma$ ($1 \leq i \leq M$) を出力する固定補正固有値生成手段をさらに設け、前記分析結果記憶手段

が前記主成分分析手段から出力された固有ベクトル e_i と前記固定補正固有値生成手段から出力された補正固有値 $\lambda_i + \sigma$ の組 $\{(e_i, \lambda_i + \sigma) \mid (1 \leq i \leq M)\}$ を記憶し、前記相似度算出手段が前記照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相似度を分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照して式4によって算出するものであり、改良型maharanobis距離を用いることにより、さらに照合精度が向上するという作用を有するものである。

【0026】本発明の請求項5に記載された発明は、前記主成分分析手段から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$)を受け取り補正項 τ を式5によって決定し補正固有値 $\lambda_i + \tau$ を出力する補正固有値生成手段をさらに設け、前記分析結果記憶手段が前記主成分分析手段から出力された固有ベクトル e_i と前記補正固有値生成手段から出力された補正固有値 $\lambda_i + \tau$ の組 $\{(e_i, \lambda_i + \tau) \mid (1 \leq i \leq M)\}$ を記憶し、前記相似度算出手段が前記照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相似度を分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照して式6によって算出するものであり、各軸の照合に与える影響をほぼ線形に減少させるという作用を有するものである。

【0027】本発明の請求項6に記載された発明は、相似度算出手段が照合ベクトル x 、 y の相似度を式7によって算出するものであり、照合パターンの相似度をベクトルの相関を使って表すことができ、よりロバストな照合が可能になるという作用を有するものである。

【0028】本発明の請求項7に記載された発明は、相似度算出手段が照合ベクトル x 、 y の相似度を式8によって算出するものであり、照合パターンの相似度をベクトルの相関を使って表すことができ、よりロバストな照合が可能になるという作用を有するものである。

【0029】本発明の請求項8に記載された発明は、相似度算出手段が照合ベクトル x 、 y の相似度を式9によって算出するものであり、照合パターンの相似度をベクトルの相関を使って表すことができ、よりロバストな照合が可能になるという作用を有するものである。

【0030】本発明の請求項9に記載された発明は、前記主成分分析手段の代わりに、式10を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する適応型主成分分析手段を設けたものであり、対象とする画像によって異なる雑音成分の影響度を考慮した照合が可能になり、照合精度が向上するという作用を有するものである。

【0031】本発明の請求項10に記載された発明は、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第3の標本パターン入力手段と、前記第3の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を格納する第3の記憶手段をさらに設け、前記主成分分析手段が前記第3の記憶手段に格納されているパター

ンの標本集合と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とを合わせたパターンの集合に対して主成分分析を行なうものであり、顔の特徴の差異を表す標準標本集合を、雑音成分を表す差標本集合とまったく独立に構成でき、より高精度な照合を実現することが可能になるという作用を有するものである。

【0032】本発明の請求項11に記載された発明は、標本パターンの主成分分析による固有ベクトルと固有値に基づいて照合パターンの相似度を算出してパターン照合をすることにより、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が可能であるパターン照合装置において、雑音成分が加わっていないパターンの分布の情報として基底軸 u_i と基底軸方向の分散値 v_i の組 (u_i, v_i) ($1 \leq i \leq L$)を入力する標準分布情報入力手段と、雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 v_i' の組 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$)を入力する雑音分布情報入力手段と、前記標準分布情報入力手段と前記雑音分布情報入力手段から分布情報を獲得し、式11を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段を備えるものであり、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できるという作用を有するものである。

【0033】本発明の請求項12に記載された発明は、前記標準分布情報入力手段の代わりに、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段を設け、前記主成分分析手段が前記標本パターン入力手段と前記雑音分布情報入力手段から標本パターン V_i ($1 \leq i \leq N$)と雑音分布の情報 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$)をそれぞれ受け取り、式12を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力するものであり、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できるという作用を有するものである。

【0034】以下、本発明の実施の形態について、図1から図7を用いて説明する。

【0035】(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施形態は、基準標本集合と差標本集合の和集合である統合標本集合の主成分分析により得られる主成分と分散値から、照合パターン間の相似度を算出して照合するパター

10

20

30

40

50

ン照合装置である。

【0036】図1は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図1において、101は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段、102は雑音成分が加わっているパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段、103は標本パターン入力手段101によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、104は標本パターン入力手段102によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、105は記憶手段103と記憶手段104に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算するという動作を繰り返す差パターン生成手段、106は記憶手段103に格納されているパターンの標本集合と差パターン生成手段105によって生成される差のパターンの集合とを合わせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散値を出力する主成分分析手段、107は主成分分析手段106から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段、108は照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段、109は照合パターン入力手段108から入力されたパターンの相類似度を分析結果記憶手段107に格納されているデータを参照して算出する相類似度算出手段である。

【0037】以下その動作を説明する。まず、標本パターン入力手段101から雑音成分が加わっていないパターンの標本集合が入力され、記憶手段103に記憶される。また、標本パターン入力手段102から雑音成分が加わっているパターンの標本集合が入力され記憶手段104に入力される。例えば写真の照合を考える場合、標本パターン入力手段101はカメラから取り込まれデジタル化された縦方向の画素数が m 、横方向の画素数が n の画像を $m \times n$ 次元のベクトルとして複数個入力する。 $m \times n$ 次元は例えば、10万次元である。また、標本パターン入力手段102は、写真をスキャナーから読み込んでデジタル化した、縦方向の画素数が m 、横方向の画素数が n の画像を $m \times n$ 次元のベクトルとして複数個入力する。次に、差パターン生成手段105は、記憶手段103と記憶手段104に記憶されているパターンの標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算し出力する。この時、できるだけ雑音成分を正確に表すような差パターンを生成することにより照合精度を更に向上させることができる。例えば写真の照合の例で考えると、同一人物が写っているカメラ入力画像とスキャナ読み込み画像をそれぞれ記憶手段103と記憶手段104から獲得しそれらの差を取るようにすれば、差のパターンに含まれる雑音成分の情報の精度が向上し、更に照合精度を上げることが可能になる。次に、主成分分析手段106は、記憶手段103に格納されているパターンの標本集合と差パターン生成手段105によって生成される差のパターンの集合とを合わせたパターンの集合に対して主

成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する。また、分析結果記憶手段107は主成分分析手段106から出力された結果を格納する。なお、ここまでの処理は相類似度を計算し照合を行なうために必要なデータを生成するための処理であり、実際のパターン照合を行なう前に予め実行しておく必要がある。実際のパターン照合は、分析結果記憶手段107に記憶されたデータをもとに、照合パターン入力手段108と相類似度算出手段109により以下のように行なわれる。まず、照合パターン入力手段108は、照合する2つのパターンを入力する。例えば、前記写真の照合の例の場合は、照合パターン入力手段108はカメラ画像を入力するカメラ画像入力部と写真をスキャナーから入力する写真画像入力部から構成される。次に、相類似度算出手段109は、分析結果記憶手段107に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、照合パターン入力手段から入力されたパターンの相類似度を、パターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する。出力された相類似度は、例えば予め定められた閾値を用いて評価され、2つのパターンが同じかどうか判定される。また、入力された1つのパターンと最も一致するパターンをデータベースに格納されている複数個のパターンから見つけたい場合にも、お互いの相類似度を相類似度算出手段109によりそれぞれ算出し最も似ているパターンを見つければ良い。

【0038】以上のように、本実施の形態では、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。

【0039】(第2の実施の形態) 本発明の第2の実施形態は、差標本集合の主成分分析により得られる主成分と分散値から、照合パターン間の相類似度を算出して照合するパターン照合装置である。

【0040】図2は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図2において、101は雑音項が加わっていないパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段、102は雑音項が加わっているパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段、103は標本パターン入力手段101によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、104は標本パターン入力手段102によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、105は記憶手段103と記憶手段104に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算するという動作を繰り返す差パターン生成手段、106は差パターン生成手段105によって生成される差のパターンの集合に対して零パターン(零ベクトル)を平均パターンと考えて主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散値を出力する主成分分析手段、107は主成分分析手段106から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段、108は照合する2つのパターンを入力する照合パ

10

20

30

40

50

ーン入力手段、109は照合パターン入力手段108から入力されたパターンの相似度を分析結果記憶手段107に格納されているデータを参照して算出する相似度算出手段である。

【0041】以下その動作を説明する。まず、標本パターン入力手段101から雑音項が加わっていないパターンの標本集合が入力され、記憶手段103に記憶される。また、標本パターン入力手段102から雑音項が加わっているパターンの標本集合が入力され記憶手段104に入力される。例えば写真の照合を考える場合、標本パターン入力手段101はカメラから取り込まれデジタル化された縦方向の画素数がm、横方向の画素数がnの画像をm×n次元のベクトルとして複数個入力する。また、標本パターン入力手段102は、写真をスキャナーから読み込んでデジタル化した、縦方向の画素数がm、横方向の画素数がnの画像をm×n次元のベクトルとして複数個入力する。

【0042】次に、差パターン生成手段105は、記憶手段103と記憶手段104に記憶されているパターンの標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算し出力する。この時、できるだけ雑音項を正確に表すような差パターンを生成することにより、照合精度を更に向上させることができる。例えば、写真の照合の例で考えると、同一人物が写っているカメラ入力画像とスキャナ読み込みによる免許証の顔写真画像を、それぞれ記憶手段103と記憶手段104から獲得し、それらの差を取るようにすれば、差のパターンに含まれる雑音項の情報の精度が向上し、更に照合精度を上げることが可能になる。この場合の雑音項は、照明による顔画像の陰影や立体感の違いとか表情の変化などの、個人ごとの顔に特有の情報を反映しているので、正規化などの前処理をして正確に差のパターンを抽出すれば、差のパターンのみのデータに基づいた個人の顔画像の照合が可能になる。

【0043】次に、主成分分析手段106は、差パターン生成手段105によって生成されるN個の差のパターンD_iに対して次式16

【数16】

$$\sum_{i=1}^N D_i D_i^T \quad (T:転置)$$

によって定まる行列の固有値問題を解いて得られる主成分(固有ベクトル)と主成分方向の分散値(固有値)を出力する。また、分析結果記憶手段107は主成分分析手段106から出力された結果を格納する。なお、ここまでの処理は相似度を計算し照合を行なうために必要なデータを生成するための処理であり、実際のパターン照合を行なう前に予め実行しておく必要がある。差のパターンは平均すれば零パターンになると考えられるので、平均ベクトルを零ベクトルとみなしても誤差はほとんどな

いから、差のパターンD_iから平均パターンを差し引く処理を省略して処理時間を短縮する。また、基準標本集合の共分散行列を計算する必要がないので、処理時間は短縮される。

【0044】実際のパターン照合は、分析結果記憶手段107に記憶されたデータをもとに、照合パターン入力手段108と相似度算出手段109により以下のように行なわれる。まず、照合パターン入力手段108は、照合する2つのパターンを入力する。例えば、前記写真の照合の例の場合は、照合パターン入力手段108はカメラ画像を入力するカメラ画像入力部と写真をスキャナーやカメラ等から入力する写真画像入力部から構成される。次に、相似度算出手段109は、分析結果記憶手段107に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度を、パターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する。出力された相似度は、例えば予め定められた閾値を用いて評価され、2つのパターンが同じかどうかが判定される。また、入力された1つのパターンと最も一致するパターンをデータベースに格納されている複数個のパターンから見つけたい場合にも、お互いの相似度を相似度算出手段109によりそれぞれ算出し最も似ているパターンを見つければ良い。

【0045】以上のように、本実施の形態では、雑音項が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第1の標本パターン入力手段、雑音項が加わっているパターンの標本集合を入力するための第2の標本パターン入力手段と、前記第1の標本パターン入力手段と前記第2の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合をそれぞれ記憶する第1の記憶手段、第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算するという動作を繰り返す差パターン生成手段と、前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合に対して零パターン(零ベクトル)を平均パターンと考えて主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を表す値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段を備えることにより、パターンの特徴を反映した雑音項を利用した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音項が加わっている場合でも、差のパターンのみに基づいたロバストな照合が実現できる。

【0046】(第3の実施の形態)本発明の第3の実施の形態は、統合標本集合のmaharanobis距離を用いて照

合を行なうことにより、雑音成分の影響を考慮した照合を行なうパターン照合装置である。

【0047】図3は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図3において、201は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、202は雑音成分が加わっているパターンの標本集合 $\{U_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、203は標本パターン入力手段201によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、204は標本パターン入力手段202によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、205は記憶手段203と記憶手段204に記憶されている標本集合から対応するパターン V_i 、 U_i を取り出しそれらの差のパターン D_i を数式1によって算出するという動作を繰り返す差パターン生成手段、206は記憶手段203に格納されているパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ と差パターン生成手段205によって生成される差のパターンの集合 $\{D_i; (1 \leq i \leq N)\}$ とをあわせたパターンの集合に対して、数式2によって定まる共分散行列の固有値問題を解いて得られる固有ベクトル $e_i; (1 \leq i \leq M)$ と固有値 $\lambda_i; (1 \leq i \leq M)$ を主成分分析の結果として出力する主成分分析手段、207は主成分分析手段206から出力されたデータ $\{(e_i, \lambda_i); (1 \leq i \leq M)\}$ を格納する分析結果記憶手段、208は照合する2つのパターン x 、 y を入力する照合パターン入力手段、209は照合パターン入力手段208から入力されたパターンの相類似度を分析結果記憶手段207に格納されているデータを参照して数式3に従って算出する相類似度算出手段である。標本の個数 N は例えば、1000程度であり、主成分の個数 M は例えば、100程度である。

【0048】以下にその動作を説明する。まず、標本パターン入力手段201から雑音成分が加わっていないパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ が入力され、記憶手段203に記憶される。また、標本パターン入力手段202から雑音成分が加わっているパターンの標本集合 $\{U_i; (1 \leq i \leq N)\}$ が入力され記憶手段204に記憶される。次に、差パターン生成手段205は、記憶手段203と記憶手段204に記憶されているパターンの標本集合から対応するパターン V_i 、 U_i をそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターン D_i を数式1によって算出し出力する。次に、主成分分析手段206は、記憶手段203に格納されているパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ と差パターン生成手段205によって生成される差のパターンの集合 $\{D_i; (1 \leq i \leq N)\}$ とをあわせたパターンの集合に対して、数式2によって定まる共分散行列の固有値問題を解いて得られる固有ベクトル $e_i; (1 \leq i \leq M)$ と固有値 $\lambda_i; (1 \leq i \leq M)$ を主成分分析の結果として出力する。なお、ここで出力されるデータは、固有値問題を解いて得られる結果のすべてである必要はな

く、その一部でも良い。その場合、通常固有値 λ_i の大きい組 (e_i, λ_i) から順に選ばれることが多いが、固有値 λ_i が非常に大きい組 (e_i, λ_i) の情報を使わずに照合する方が照合精度があがる場合もある。 $(e_i, \lambda_i); (1 \leq i \leq M)$ の出力のさせ方は予め装置に定めておくものとする。また、分析結果記憶手段207は主成分分析手段206から出力されたデータ $\{(e_i, \lambda_i); (1 \leq i \leq M)\}$ を格納する。照合パターン入力手段208は、照合する2つのパターン x 、 y を入力する。次に、相類似度算出手段209は、照合パターン入力手段208から入力されたパターンの相類似度を分析結果記憶手段207に格納されているデータを参照して数式3に従って算出する。

【0049】以上のように、本実施の形態では、照合パターン x 、 y に対して数式3によって相類似度を算出する相類似度算出手段を備えることにより、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。

【0050】（第4の実施の形態）本発明の第4の実施の形態は、改良型maharanobis距離を用いることにより、さらに照合精度を向上させたパターン照合装置である。

【0051】図4は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図4において、301は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、302は雑音成分が加わっているパターンの標本集合 $\{U_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、303は標本パターン入力手段301によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、304は標本パターン入力手段302によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、305は記憶手段303と記憶手段304に記憶されている標本集合から対応するパターン V_i 、 U_i を取り出しそれらの差のパターン D_i を数式1によって算出するという動作を繰り返す差パターン生成手段、306は記憶手段303に格納されているパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ と差パターン生成手段305によって生成される差のパターンの集合 $\{D_i; (1 \leq i \leq N)\}$ とをあわせたパターンの集合に対して、数式2によって定まる共分散行列の固有値問題を解いて得られる固有ベクトル $e_i; (1 \leq i \leq M)$ と固有値 $\lambda_i; (1 \leq i \leq M)$ を主成分分析の結果として出力する主成分分析手段、310は主成分分析手段306から固有値 $\lambda_i; (1 \leq i \leq M)$ を受け取り、その値に予め獲得していた補正項の値 σ を加算することにより補正固有値 $\lambda_i + \sigma$ (ただし σ は装置に予め定められた値) $(1 \leq i \leq M)$ を出力する固定補正固有値生成手段、307は主成分分析手段306から出力された固有ベクトル e_i と固定補正固有値生成手段310から生成された補正固有値 λ_i の組 $\{(e_i, \lambda_i + \sigma)$

($1 \leq i \leq M$) | を格納する分析結果記憶手段、308は照合する2つのパターン x 、 y を入力する照合パターン入力手段、309は照合パターン入力手段308から入力されたパターンの相類似度を、分析結果記憶手段307に格納されているデータを参照して、数式3に従って算出する相類似度算出手段である。 σ は例えば、最大の固有値 λ_1 の1/1000程度であり、最小の固有値 λ_M は σ の1/100程度である。したがって、固有値の小さい軸では補正固有値はほぼ σ に等しくなる。

【0052】以下にその動作を説明する。ただし、図4の例では、固定補正固有値生成手段310と分析結果記憶手段307と相類似度算出手段309以外の動作は、第3の実施の形態で説明した図3の例と同じなので、動作の説明は、固定補正固有値生成手段310と分析結果記憶手段307と相類似度算出手段309のみにについて行なう。固定補正固有値生成手段310には、予め補正項の値 σ が入力されており、主成分分析手段306から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を受け取ると、固定補正固有値生成手段310は、補正固有値 $\lambda_i + \sigma$ ($1 \leq i \leq M$) を出力する。分析結果記憶手段307は、固定補正固有値生成手段310から生成された補正固有値 λ_i の組 $\{(e_i, \lambda_i + \sigma) \mid (1 \leq i \leq M)\}$ を記憶する。相類似度算出手段309は、照合パターン入力手段308から入力されたパターンの相類似度を、分析結果記憶手段307に格納されているデータを参照して、数式4に従って算出する。

【0053】以上のように、本実施の形態では、照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相類似度を、分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照して、数式4に従って算出する前記相類似度算出手段を備えることにより、固有値が小さい軸の影響を過度に受けることを避けることが可能になり、より高精度な照合を可能にすることができる。

【0054】(第5の実施の形態) 本発明の第5の実施の形態は、各軸の照合に与える影響をほぼ線形に減少させる補正固有値を使う改良型maharanobis距離により照合を行なうパターン照合装置である。

【0055】図5は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図5において、401は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合 $\{V_i \mid (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、402は雑音成分が加わっているパターンの標本集合 $\{U_i \mid (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、403は標本パターン入力手段401によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、404は標本パターン入力手段402によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、405は記憶手段403と記憶手段404に記憶されている標本集合から対応するパターン V_i 、 U_i を取り出し、それらの差のパターン D_i を数式1によって算出するという動作を繰り返す差パターン生成手段、406は記憶手段403に格納されているパターンの標本

集合 $\{V_i \mid (1 \leq i \leq N)\}$ と差パターン生成手段405によって生成される差のパターンの集合 $\{D_i \mid (1 \leq i \leq N)\}$ とを合わせたパターンの集合に対して、数式2によって定まる共分散行列の固有値問題を解いて得られる固有ベクトル e_i ($1 \leq i \leq M$) と固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を、主成分分析の結果として出力する主成分分析手段、410は主成分分析手段406から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を受け取り、補正項 τ を数式5によって決定し補正固有値 $\lambda_i + \tau$ ($1 \leq i \leq M$) を出力する補正固有値生成手段、407は主成分分析手段406から出力された固有ベクトル e_i と補正固有値生成手段410から生成された補正固有値 $\lambda_i + \tau$ の組 $\{(e_i, \lambda_i + \tau) \mid (1 \leq i \leq M)\}$ を格納する分析結果記憶手段、408は照合する2つのパターン x 、 y を入力する照合パターン入力手段、409は照合パターン入力手段408から入力されたパターンの相類似度を分析結果記憶手段407に格納されているデータを参照して数式4に従って算出する相類似度算出手段である。

【0056】以下にその動作を説明する。ただし、図5の例では、補正固有値生成手段410と分析結果記憶手段407と相類似度算出手段409以外の動作は、第3の実施の形態で説明した図3の例と同じなので、動作の説明は補正固有値生成手段410と分析結果記憶手段407と相類似度算出手段409のみにについて行なう。補正固有値生成手段410は主成分分析手段406から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を受け取り、補正項 τ を数式5によって決定し、補正固有値 $\lambda_i + \tau$ を出力する。分析結果記憶手段407は、主成分分析手段406から出力された固有ベクトル e_i と補正固有値生成手段410から出力された補正固有値 $\lambda_i + \tau$ の組 $\{(e_i, \lambda_i + \tau) \mid (1 \leq i \leq M)\}$ を記憶する。相類似度算出手段409は、照合パターン入力手段408から入力されたパターン x 、 y の相類似度を、分析結果記憶手段407に記憶されているデータを参照して、数式6によって算出する。

【0057】以上のように、本実施の形態では、照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相類似度を分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照して数式6に従って算出する相類似度算出手段を備えることにより、固有値が小さい軸の影響を過度に受けることを避けることが可能になり、より高精度な照合を可能にすることができる。特に、本実施の形態の場合、第4の実施の形態の場合とは異なり自動的に補正項を定めることができることに特徴がある。

【0058】(第6の実施の形態) 本発明の第6の実施の形態は、ベクトルの相関を相類似度として照合を行なうパターン照合装置である。

【0059】本発明の請求項6記載の発明の構成図の一例としては、第3の実施の形態の図3に示したものと同一ものがあげられる。ただし、相類似度算出手段209は、第3の実施の形態の場合とは異なり、照合パターン入力

10

20

30

40

50

手段208から入力されたパターン x 、 y の相似度を、分析結果記憶手段207に記憶されているデータを参照して、数式7によって算出する。

【0060】以上のように、本実施の形態では、前記照合パターン入力手段から入力される照合パターン x 、 y の相似度を数式7によって算出する前記相似度算出手段を備えることにより、照合パターンの相似度をベクトルの相関を使って表すことができ、よりロバストな照合が可能になる。

【0061】（第7の実施の形態）本発明の第7の実施の形態は、固定補正固有値を使いベクトルの相関を相似度として照合を行なうパターン照合装置である。

【0062】本発明の請求項7記載の発明の構成図の一例としては、第4の実施の形態の図4に示したものと同一ものがあげられる。ただし、相似度算出手段309は、第4の実施の形態の場合とは異なり、照合パターン入力手段308から入力されたパターン x 、 y の相似度を分析結果記憶手段307に記憶されているデータを参照して、数式8によって算出する。

【0063】以上のように、本実施の形態では、前記照合パターン入力手段から入力される照合パターン x 、 y の相似度を、数式8によって算出する前記相似度算出手段を備えることにより、照合パターンの相似度をベクトルの相関を使って表すことができ、よりロバストな照合が可能になる。

【0064】（第8の実施の形態）本発明の第8の実施の形態は、各軸の照合に与える影響をほぼ線形に減少させる補正固有値を使い、ベクトルの相関により照合を行なうパターン照合装置である。

【0065】本発明の請求項8記載の発明の構成図の一例としては、第5の実施の形態の図5に示したものと同一ものがあげられる。ただし、相似度算出手段409は、第5の実施の形態の場合とは異なり、照合パターン入力手段308から入力されたパターン x 、 y の相似度を、分析結果記憶手段407に記憶されているデータを参照して、数式9によって算出する。

【0066】以上のように、本実施の形態では、照合パターン入力手段から入力される照合パターン x 、 y の相似度を数式9によって算出する相似度算出手段を備えることにより、照合パターンの相似度をベクトルの相関を使って表すことができ、よりロバストな照合が可能になる。

【0067】（第9の実施の形態）本発明の第9の実施の形態は、適応型主成分分析手段を設けたパターン照合装置である。

【0068】図6は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図6において、501は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、502は雑音成分が加わっているパターンの標本集合 $\{U_i; (1$

$\leq i \leq N)\}$ を入力するための標本パターン入力手段、503は標本パターン入力手段501によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、504は標本パターン入力手段502によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、505は記憶手段503と記憶手段504に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターン $\{D_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を計算するという動作を繰り返す差パターン生成手段、506は記憶手段503に格納されているパターンの標本集合と差パターン生成手段505によって生成される差のパターンの集合を獲得し、数式10を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する適応型主成分分析手段、507は主成分分析手段506から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段、508は照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段、509は照合パターン入力手段508から入力されたパターンの相似度を分析結果記憶手段507に格納されているデータを参照して算出する相似度算出手段である。

【0069】以下にその動作を説明する。ただし、図6の例では、適応型主成分分析手段506以外の動作は第1の実施の形態で説明した図1の例と同じなので、適応型主成分分析手段506のみについて行なう。適応型主成分分析手段506は、記憶手段503に格納されているパターンの標本集合 $\{V_i; (1 \leq i \leq N)\}$ と差パターン生成手段505によって生成される差のパターンの集合 $\{D_i; (1 \leq i \leq N)\}$ を用いて数式10に従って生成される行列を共分散行列に持つ分布の主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する。

【0070】以上のように、本実施の形態では、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する適応型主成分分析手段を設けたことにより、対象とする画像によって異なる雑音成分の影響度を考慮した照合が可能になり、照合精度が向上する。

【0071】（第10の実施の形態）本発明の第10の実施の形態は、標準標本集合を、雑音成分を表す差標本集合と独立にしたパターン照合装置である。

【0072】図7は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図7において、601、610は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段、602は雑音成分が加わっているパターンの標本集合を入力するための標本パターン入力手段、603は標本パターン入力手段601によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、604は標本パターン入力手段602によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、611は標本パターン入力手段610によって入力されたパターンの標本集合を記憶する記憶手段、605は記憶手段603と記憶手段604に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算するとい

う動作を繰り返す差パターン生成手段、606は記憶手段611に格納されているパターンの標本集合と差パターン生成手段605によって生成される差のパターンの集合とをあわせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段、607は主成分分析手段606から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段、608は照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段、609は照合パターン入力手段608から入力されたパターンの相似度を分析結果記憶手段607に格納されているデータを参照して算出する相似度算出手段である。

【0073】以下その動作を説明する。まず、標本パターン入力手段601から雑音成分が加わっていないパターンの標本集合が入力され、記憶手段603に記憶される。また、標本パターン入力手段602から雑音成分が加わっているパターンの標本集合が入力され記憶手段604に入力される。また、標本パターン入力手段610から雑音成分が加わっていないパターンの標本集合が入力され、記憶手段611に記憶される。次に、差パターン生成手段605は、記憶手段603と記憶手段604に記憶されているパターンの標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算し出力する。次に、主成分分析手段606は、記憶手段611に格納されているパターンの標本集合と差パターン生成手段605によって生成される差のパターンの集合とをあわせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する。また、分析結果記憶手段607は主成分分析手段606から出力された結果を記憶する。照合パターン入力手段608は、照合する2つのパターンを入力する。次に、相似度算出手段609は、分析結果記憶手段607に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度を、パターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する。

【0074】以上のように、本実施の形態では、第3の記憶手段に格納されているパターンの標本集合と差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とをあわせたパターンの集合に対して主成分分析を行なう主成分分析手段を備えることにより、顔の特徴の差異を表す標準標本集合を、雑音成分を表す差標本集合とまったく独立に構成でき、より高精度な照合を実現することが可能になる。

【0075】（第11の実施の形態）本発明の第11の実施の形態は、標準分布情報入力手段と雑音分布情報入力手段を設けたパターン照合装置である。

【0076】図8は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図8において701は雑音成分が加わっていないパターンの分布の情報として基底軸 u_i と基底軸方向の分散値 v_i の組 (u_i, v_i) ($1 \leq i \leq L$)を入力する標準分布情報入力手段、702は雑音成分

の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 v_i' の組 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$)を入力する雑音分布情報入力手段、703は標準分布情報入力手段701と雑音分布情報入力手段702から分布情報を獲得し、数式11を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段、704は主成分分析手段703から出力されたデータを記憶する分析結果記憶手段、705は照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段、706は分析結果記憶手段704に格納されているデータを参照しそのデータに基づいて、照合パターン入力手段705から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段である。

【0077】以下その動作を説明する。まず標準分布情報入力手段701から雑音成分が加わっていないパターンの分布の情報として基底軸 u_i と基底軸方向の分散値 v_i の組 (u_i, v_i) ($1 \leq i \leq L$)が入力される。また雑音分布上表入力手段702から雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 v_i' の組 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$)が入力される。次に主成分分析手段703は、数式11を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する。そして、分析結果記憶手段704は主成分分析手段703から出力されたデータを記憶する。ここまでの処理によって照合に必要な情報が獲得される。以下の動作は、分析結果記憶手段704に記憶されたデータを用いて実際に照合を行なうためのものである。まず照合パターン入力手段705は、照合する2つのパターンを入力する。次に、相似度算出手段706は、分析結果記憶手段704に格納されているデータを参照しそのデータに基づいて、照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度を、パターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する。

【0078】以上のように、本実施の形態では、標準分布情報入力手段と雑音分布情報入力手段から分布情報を獲得し、数式11を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段を備えることにより、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。

【0079】（第12の実施の形態）本発明の第12の実施の形態は、標本パターン入力手段と雑音分布情報入力手段を設けたパターン照合装置である。

【0080】図9は、本発明のパターン照合装置を示した構成図の一例であり、図9において801は雑音成分が加わっていないパターンの標本集合 V_i ($1 \leq i \leq N$)を入力する標本パターン入力手段、802は雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 v_i' の組 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$)を入力する雑音分布情

10

20

30

40

50

報入力手段、803は標本パターン入力手段801と雑音分布情報入力手段802から分布情報を獲得し、数式12を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段、804は主成分分析手段803から出力されたデータを記憶する分析結果記憶手段、805は照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段、806は分析結果記憶手段804に格納されているデータを参照しそのデータに基づいて、照合パターン入力手段805から入力された2つのパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段である。

【0081】以下その動作を説明する。まず標本パターン入力手段801から雑音成分が加わっていないパターンの標本集合として V_i ($1 \leq i \leq N$) が入力される。また雑音分布情報入力手段802から雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i 'と基底軸方向の分散値 v_i 'の組(u_i ', v_i ') ($1 \leq i \leq L$ ') が入力される。次に主成分分析手段803は、数式12を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する。そして、分析結果記憶手段804は主成分分析手段803から出力されたデータを記憶する。照合パターン入力手段805は、照合する2つのパターンを入力する。次に、相似度算出手段806は、分析結果記憶手段804に格納されているデータを参照しそのデータに基づいて、照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度を、パターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する。

【0082】以上のように、本実施の形態では、数式12を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段を備えることにより、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。

【0083】

【発明の効果】以上のように請求項1、3、4、6、7記載の発明では、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第1の標本パターン入力手段と、雑音成分が加わっているパターンの標本集合を入力するための第2の標本パターン入力手段と、前記第1の標本パターン入力手段と前記第2の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合をそれぞれ記憶する第1の記憶手段、第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算するという動作を繰り返す差パターン生成手段と、前記第1の記憶手段に格納されているパターンの標本集合と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とをあわせたパターンの集合に対して主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映

した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段を備えることにより、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。

【0084】また請求項2記載の発明では、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第1の標本パターン入力手段と、雑音成分が加わっているパターンの標本集合を入力するための第2の標本パターン入力手段と、前記第1の標本パターン入力手段と前記第2の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合をそれぞれ記憶する第1の記憶手段、第2の記憶手段と、前記第1、第2の記憶手段に記憶されている標本集合から対応するパターンをそれぞれ一つずつ取り出しそれらの差のパターンを計算するという動作を繰り返す差パターン生成手段と、前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合に対して零ベクトルを平均ベクトルとして主成分分析を行ない主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段と、前記主成分分析手段から出力されたデータを格納する分析結果記憶手段と、照合する2つのパターンを入力する照合パターン入力手段と、前記分析結果記憶手段に格納されているデータを参照しその結果に基づいて、前記照合パターン入力手段から入力されたパターンの相似度をパターンの主成分方向の成分に重み付けして算出する相似度算出手段を備えることにより、パターンの特徴を反映した雑音成分を利用した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でも差のパターンのみに基づくロバストな照合が実現できる。

【0085】また請求項5、8記載の発明では、前記主成分分析手段から固有値 λ_i ($1 \leq i \leq M$) を受け取り補正項 r を数式5によって決定し補正固有値 $\lambda_i + r$

($1 \leq i \leq M$) を出力する補正固有値生成手段と、前記主成分分析手段から出力された固有ベクトル e_i と前記補正固有値生成手段から出力された補正固有値 $\lambda_i + r$ の組 $\{(e_i, \lambda_i + r) \mid (1 \leq i \leq M)\}$ を記憶する前記分析結果記憶手段と、前記照合パターン入力手段から入力されたパターン x 、 y の相似度を分析結果記憶手段に記憶されているデータを参照して数式6に従って算出する前記相似度算出手段を備えることにより、固有値が小さい軸の影響を過度に受けることを避けることが可能になり、より高精度な照合を可能にすることができる。

【0086】また請求項9記載の発明では、前記第1の記憶手段に格納されているパターンの標本集合 $\{V$

i ($1 \leq i \leq N$) と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合 $\{D_i$ ($1 \leq i \leq N$) $\}$ を用いて数式10に従って生成される行列を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する適応型主成分分析手段を設けたことにより、対象とする画像によって異なる雑音成分の影響度を考慮した照合が可能になり、照合精度が向上する。

【0087】また、請求項10記載の発明では、雑音成分が加わっていないパターンの標本集合を入力するための第3の標本パターン入力手段と、前記第3の標本パターン入力手段によって入力されたパターンの標本集合を格納する第3の記憶手段と、前記第3の記憶手段に格納されているパターンの標本集合と前記差パターン生成手段によって生成される差のパターンの集合とを合わせたパターンの集合に対して主成分分析を行なう前記主成分分析手段を備えることにより、顔の特徴の差異を表す標準標本集合を、雑音成分を表す差標本集合とまったく独立に構成でき、より高精度な照合を実現することが可能になる。

【0088】また請求項11、12記載の発明では、雑音成分が加わっていないパターンの分布の情報として基底軸 u_i と基底軸方向の分散値 v_i の組 (u_i, v_i) ($1 \leq i \leq L$) を入力する標準分布情報入力手段と、雑音成分の分布の情報として基底軸 u_i' と基底軸方向の分散値 v_i' の組 (u_i', v_i') ($1 \leq i \leq L'$) を入力する雑音分布情報入力手段と、前記標準分布情報入力手段と前記雑音分布情報入力手段から分布情報を獲得し、数式11を共分散行列として持つ分布の主成分分析を行ない、主成分と主成分方向の分散を反映した値を出力する主成分分析手段を備えることにより、雑音成分を考慮した照合が可能になり、照合するパターンの片方に非常に大きな雑音成分が加わっている場合でもロバストな照合が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の一例を示す構成図、

【図2】本発明の第2の実施形態の一例を示す構成図、

【図3】本発明の第3と第6の実施形態の一例を示す構成図、

【図4】本発明の第4と第7の実施形態の一例を示す構成図、

【図5】本発明の第5と第8の実施形態の一例を示す構成図、

【図6】本発明の第9の実施形態の一例を示す構成図、

【図7】本発明の第10の実施形態の一例を示す構成図、

【図8】本発明の第11の実施形態の一例を示す構成図、

【図9】本発明の第12の実施形態の一例を示す構成図、

【図10】従来手法のパターン照合装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

101、102 標本パターン入力手段

103、104 記憶手段

105 差パターン生成手段

106 主成分分析手段

107 分析結果記憶手段

108 照合パターン入力手段

109 相似度算出手段

201、202 標本パターン入力手段

203、204 記憶手段

205 差パターン生成手段

206 主成分分析手段

207 分析結果記憶手段

208 照合パターン入力手段

209 相似度算出手段

301、302 標本パターン入力手段

303、304 記憶手段

305 差パターン生成手段

306 主成分分析手段

307 分析結果記憶手段

20 308 照合パターン入力手段

309 相似度算出手段

310 固定補正固有値生成手段

401、402 標本パターン入力手段

403、404 記憶手段

405 差パターン生成手段

406 主成分分析手段

407 分析結果記憶手段

408 照合パターン入力手段

409 相似度算出手段

30 410 補正固有値生成手段

501、502 標本パターン入力手段

503、504 記憶手段

505 差パターン生成手段

506 適応型主成分分析手段

507 分析結果記憶手段

508 照合パターン入力手段

509 相似度算出手段

601、602 標本パターン入力手段

603、604 記憶手段

605 差パターン生成手段

606 主成分分析手段

607 分析結果記憶手段

608 照合パターン入力手段

609 相似度算出手段

610 標本パターン入力手段

611 記憶手段

701 標準分布情報入力手段

702 雑音分布情報入力手段

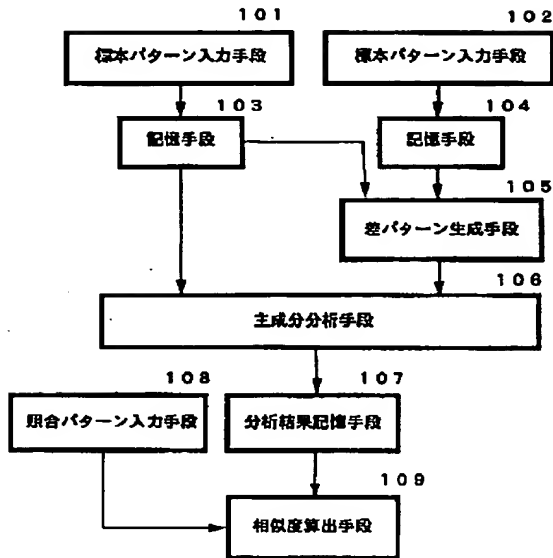
703 主成分分析手段

50 704 分析結果記憶手段

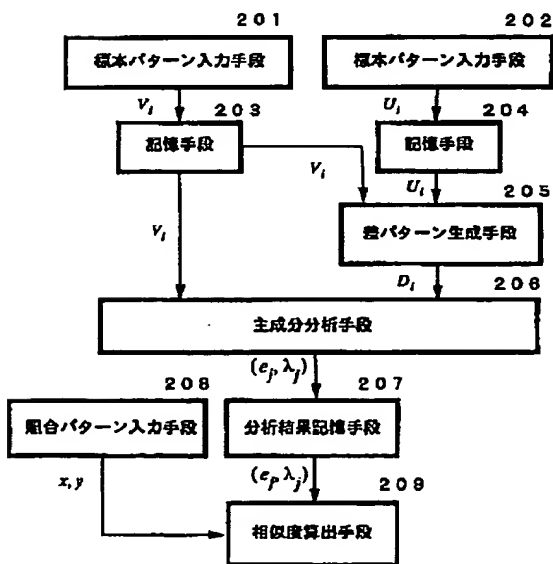
31

- 705 照合パターン入力手段
- 706 相似度算出手段
- 801 標本パターン入力手段
- 802 雑音分布情報入力手段
- 803 主成分分析手段
- 804 分析結果記憶手段

【図 1】



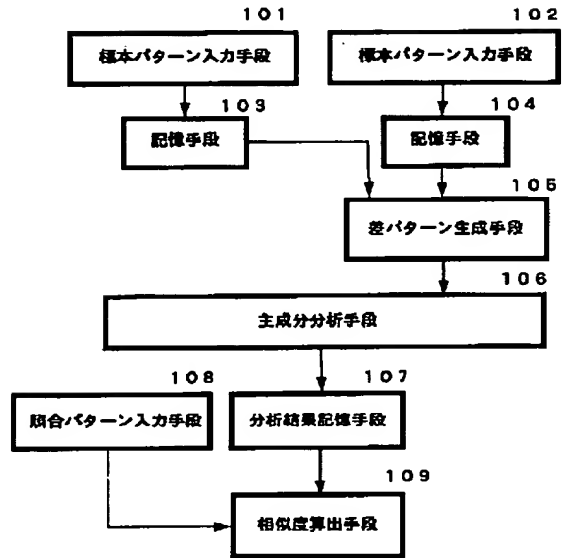
【図 3】



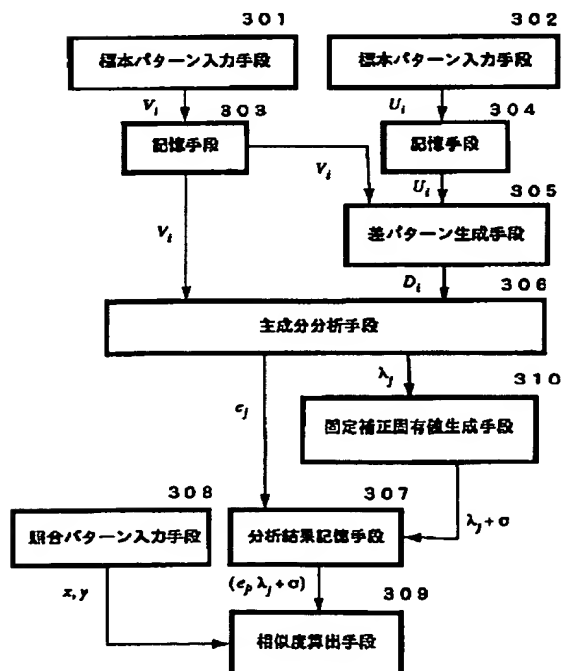
32

- * 805 照合パターン入力手段
- 806 相似度算出手段
- 901 標本画像入力部
- 902 主成分分析実行部
- 903 照合画像入力部
- * 904 相似度算出部

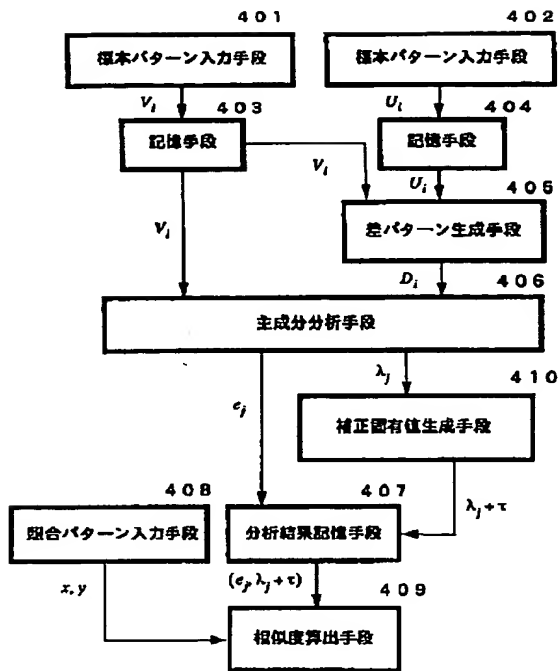
【図 2】



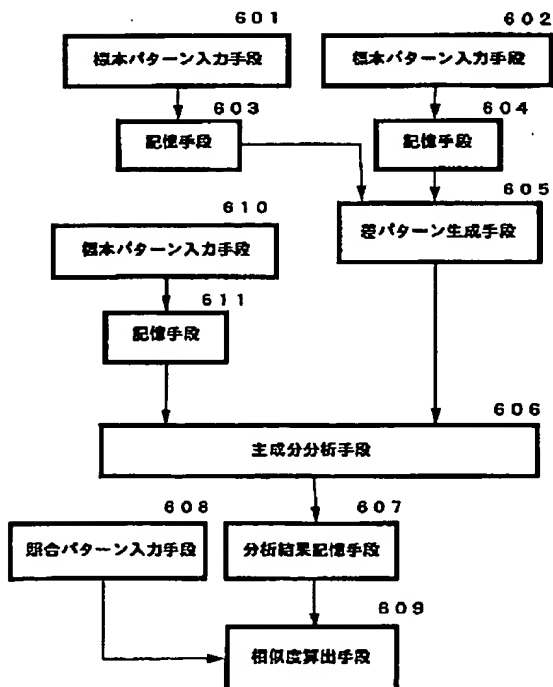
【図 4】



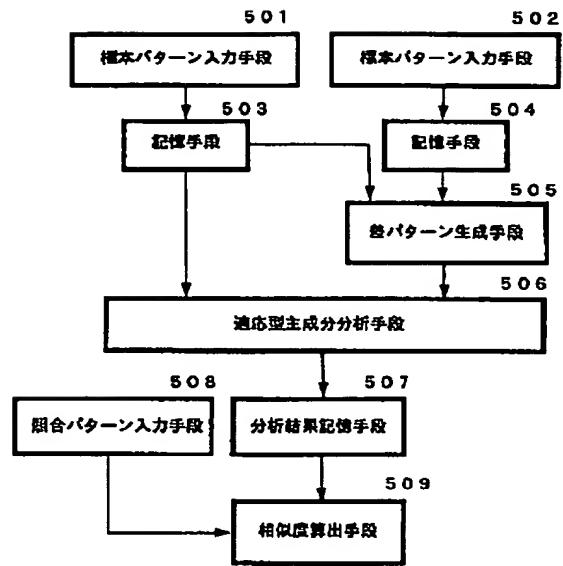
【図 5】



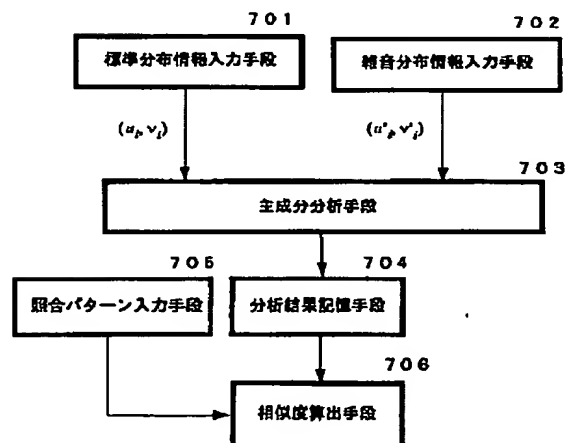
【図 7】



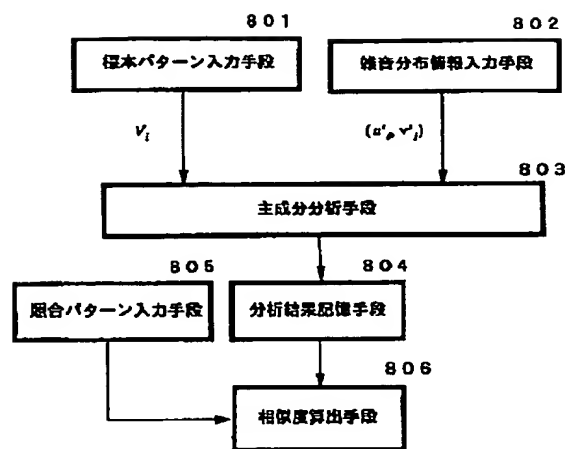
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

